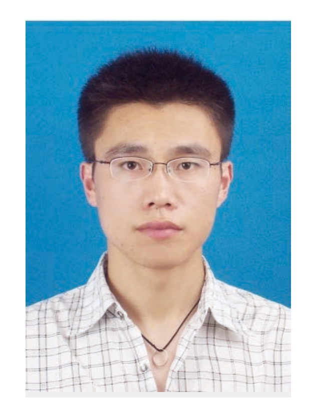
土壤微生物与作物土传病害控制*



黄新琦[1,2,3]　蔡祖聪[1,2,3]**

1 南京师范大学地理科学学院　南京　210023

2 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心　南京　210023

3 南京师范大学　江苏省物质循环与污染控制重点实验室　南京　210023

摘要　随着农业现代化水平的提高，以高投入与高产出、种植品种单一、复种指数高和大量施肥施药等为特点的集约化种植已成为我国重要的农业生产模式。由于对作物土传病原微生物生长繁殖规律和传播扩散途径的认识不足，随着集约化种植不断推广与发展，作物土传病害在我国已成蔓延趋势，对我国农业生产的可持续发展、农产品和生态环境安全提出了严峻的挑战。为了有效遏制作物土传病害蔓延势头，实现到2020年我国农药使用量零增长的目标，文章建议：开展土传病原微生物普查，测土施“药”，深入研究作物土传病原微生物，大力普及科学种植知识。

关键词　集约化农业，土壤微生物，土传病原菌，可持续发展，测土施药

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.2017.06.006

土壤中存在数量巨大、种类繁多的微生物，它们中的绝大部分是有益的，在土壤发育、物质转化、结构形成、提高作物养分有效性、抑制病原菌活性等方面发挥着不可替代的作用。但是，土壤中也存在着另一类引起作物病害的有害微生物，通称为土传病原微生物（soil-borne pathogens）。由生活在土壤中或残留在土壤的病株残体中的病菌引起的作物病害统称为土传病（soil-borne diseases）。土传病是最常见和最严重的作物病害，是造成农药过量使用的主要原因。因此，亟需加大对土壤微生物中作物土传病原微生物的基础研究，摸清作物土传病原微生物现状，切断作物土传病原微生物传播扩散途径，采取测土施“药”等多种手段，有效遏制作物土传病害蔓延势头，为实现至2020年我国农药使用量零增长目标作出贡献。

* 资助项目：国家自然科学基金项目（41301335）

** 通讯作者

修改稿收到日期：2017年3月26日

1 土传病害现状及成因

传统的农业种植中，由于轮作、休耕、大量使用有机肥等措施，作物土传病害发生较

少。近几十年来，随着农业现代化水平的提高，以高投入与高产出、种植品种单一、复种指数高和大量施肥施药等为特点的集约化种植已成为我国重要的农业生产模式。这一模式的不断推广与发展导致我国农田土壤的大面积退化，其表现为土壤酸化、次生盐渍化、养分失衡和土传病害频发，且退化面积逐年增加。

土传病害在世界范围内极其普遍，如枯萎病、立枯病、黄萎病、根腐病、青枯病、根结线虫病和疫病，这些病害给农业生产带来重大的经济损失，严重制约高效农业的可持续发展。例如，土传香蕉枯萎病又名香蕉巴拿马病、黄叶病（图 1），是由土壤中的尖孢镰刀菌古巴专化型（*Fusarium. oxysporum* f. sp. *cubense*）侵染，引起维管束坏死的一种毁灭性真菌病害。2013—2014 年 *Nature*、英国《独立报》（*Independent*）及国内多家主流媒体相继报道了香蕉枯萎病危害[1-3]，对香蕉种植前景表示出极大的担忧。我国 1996 年在广东省番禺市万顷沙发现香蕉枯萎病，由于未被及时控制，病害迅速通过种苗等途径传播，使许多蕉园弃耕改种其他作物[4]，如，2011 年海南省香蕉种植面积一度达 5.8 万公顷，由于受到枯萎病等的制约，2014 年其香蕉种植面积仅为 2.5 万公顷 [5]，且仍在逐年减少。受此病害的影响，我国香蕉主栽培区从广东依次向海南、广西、云南等地区甚至缅甸、老挝等东南亚国家转移。云南省 2005 年开始大面积种植香蕉，每年以 6 千多公顷的速度迅速扩张。据不完全统计，云南全省香蕉种植面积约 9.3 万公顷，主要分布在红河、西双版纳、普洱等滇南地区。西双版纳香蕉主产区勐海打洛镇、勐腊县勐捧一带、景洪大勐龙一带最先开始暴发黄叶病，如今，一半左右的地区已经不能再种植香蕉。香蕉种植开始向高海拔区发展[6]。由于香蕉生长需要较高的温度，适宜种植的气候和土壤区域有限，长此以往，香蕉生产将面临无地可种的境地。再如洋桔梗，作为一种新型鲜切花，2015 年洋桔梗在我国云南种植面积已达 350 公顷，替代非洲菊成为云南第四大鲜切花[7]。在种植面积不断扩大的同时，洋桔梗正遭受由尖孢镰刀菌洋桔梗专化型（*F. oxysporum* f. sp. *eustomae*）所引起的枯萎病的严重侵害（图 2）。据笔者了解，在连续种植 3 年后，2014 年云南一花卉果蔬有限公司 13.9 公顷洋桔梗的枯萎病发病率平均达 40% 以上。黄瓜、番茄、青椒等大众蔬菜的种植也普遍遭受土传病害的侵袭，导致这些农产品的产量不稳，市场动荡，前景堪忧[8]。土传病害不只发生在瓜果、花卉、蔬菜等经济作物，而且也发生在水稻、马铃薯、大豆、花生等大田作物[9]。2007 年我国水稻纹枯病发病面积已达 1 718 万公顷[10]。我国马铃薯种植面积逐年上升，从 2008 年的 466.33 万公顷增至 2013 年





图 1 香蕉枯萎病（左，对照）及强还原土壤处理治理香蕉枯萎病的效果（右，强还原土壤处理）（海南乐东，2014 年）







图 2　洋桔梗枯萎病发病状况及强还原处理—种植—强还原处理—种植之新连作模式下的花卉洋桔梗生长状况（云南石屏）

的561.47万公顷。然而，2008—2014年间，马铃薯早、晚疫病和病毒病年平均发生面积为340万公顷[11]，这些土传病害严重威胁我国将其作为第四大粮食作物的发展计划。

土传病害主要由土壤中植物病原性微生物引起，常见的土传病原微生物有尖孢镰刀菌（*F. oxysporum*）、立枯丝核菌（*Rhizoctonia solani*）、大丽轮枝菌（*Verticillium dahliae*）、腐霉（*Pythium* spp.）、疫霉（*Phytophthora* spp.）和根结线虫（*Meloidogyne arenaria*）等，这些微生物在集约化种植土壤中广泛分布[12,13]。任何生物在生长繁殖过程中均有损害其自身生长环境的特性，生物对生长环境的损害程度随生物密度的增加而增强，农作物也不例外。（1）一般认为，农作物在生长过程中，通过根系向土壤分泌化感物质并为病原微生物创造生长环境，这些物质特异性地诱导相应的病原微生物，使其数量增加。作物收获后，病原微生物因失去营养来源及寄主植物创造的环境条件而自然衰减。因此，种植密度低且轮作的传统种植制度下，发生土传病害的机率较低。高投入、高产量且单一品种种植的集约化种植制度下，作物根系向土壤分泌大量的化感物质，诱导病原微生物大量繁殖，最终侵入作物引起病害，因而土传病害的发生机率大。在单一品种种植下，土传病原微生物数量自然衰减的时间更短。（2）传统农业中施用的有机肥向土壤不断补充有益微生物，提高土壤自身抗病性。现代集约化种植过程中大量不合理施用化肥导致土壤理化性质退化，土壤中有益微生物减少，从而不能通过土壤微生物相互克制作用而有效抑制病原微生物的生长和活性，使得土壤自身的修复能力降低。（3）农业生产者普遍缺乏防止土壤病原微生物传播和扩散的意识，随意丢弃染病的作物残体，用被病原菌污染的水源灌溉等，加速了土传病原微生物的传播和扩散。我们在调查中发现，云南石屏一花卉公司用于灌溉的池塘水中，尖孢镰刀菌数量达26 cfu mL^{-1}①；西双版纳香蕉种植区河流水中尖孢镰刀菌数量达4 cfu mL^{-1}。种子、

① cfu，菌落形成单位（colony-forming units），指单位体积中的细菌群落总数

种苗也是病原菌传播的途径。香蕉巴拿马病即从国外通过种苗传入，在我国蔓延，对香蕉在我国的可持续生产提出了严峻的挑战。

2 现有的应对措施

目前农业生产中对于土传病害的防控已有一系列的方法，其中应用最为广泛的是栽培抗性品种和使用化学杀菌剂。从作物发病率较高的土壤上选取未发病植株不断培育、驯化，以获得较于野生型更加抗病的品种。在病原菌富集土壤上种植抗病品种可以有效降低作物发病率。然而栽培抗病品种也有一系列不足。首先，抗病品种往往生长期长，肥料利用率较低。其次，栽培抗病品种并不能消除来自于病因——土壤中所富集的病原微生物的潜在威胁。化学杀菌剂由于具有成本低、使用方便等特点被农业生产者广泛使用。然而近年来，随着人们对食品安全和环境污染的日益重视，许多高效的化学杀菌剂已被严令禁止使用，如《蒙特利欧条约》[14]明确规定禁止使用20世纪广泛采用的土壤熏蒸剂——溴甲烷，我国农业部也推出了《到2020年农药使用量零增长行动方案》[15]。此外，化学杀菌剂的大量使用不仅消除了土壤中的病原微生物，同时也杀灭了植物有益微生物，造成了土壤微生态区域的“真空”。由于缺少有益微生物的制约，当条件适宜时，病原菌会出现井喷式的增长[16]。

近年来，由于具有环保、高效等特点，生物防治备受科研工作者的推崇。研究表明，在土壤中接种人工选育的拮抗菌和促生菌，或对植物施用这些菌株的发酵产物，可以有效降低土传病害的发生率，提高作物产量[17,18]。然而由于受到成本高、防效不稳定等因素限制，生物防治并未能完全取代化学防治。21世纪初日本和荷兰科学工作者受水旱轮作土壤具有更强抗病性这一现象的启发，相继独立发明了强还原土壤消毒法（Reductive Soil Disinfestation, RSD），又称厌氧土壤消毒法（Anaerobic Soil Disinfestation, ASD）[19]或生物土壤消毒法（Biological Soil Disinfestation, BSD）[20]。我们在研究去除大棚蔬菜地土壤大量积累的硝酸盐的过程中，独立地发现，土壤强还原处理不仅可以杀灭土传病原生物，而且可以改善土壤理化性质，抑制杂草生长等。强还原土壤消毒方法主要通过向土壤中添加大量易降解有机碳源、灌溉土壤至水分饱和、覆盖塑料薄膜创造土壤厌氧环境，在有机物料厌氧分解过程中，使土壤强烈还原，土壤中土著厌氧微生物繁殖，产生大量抑菌物质，如乙酸、丁酸、硫化氢、氨、Fe^{2+}、Mn^{2+}等[21-23]，从而杀灭土壤中的病原微生物，打破并重建土壤微生物区系[24]。RSD已被证实是一种广谱、高效和环保的土壤消毒方法，且在美国和日本等国已作为化学熏蒸的替代方法[25,26]。在我国也已成功地用于防控香蕉枯萎病、花卉和蔬菜连作诱发的土传病害[27,28]。

3 防控土传病害的建议

根据作物土传病害发生及防治现状，提出 3 点建议。

3.1 开展土传病原微生物普查

自20世纪下半叶以来，我国政府部门及科研工作者进行过多次土壤调查[29]，储备了大量关于土壤成因、类型、理化性状、肥力、酸化、盐渍化及农药重金属污染等方面的数据，但唯独缺少土壤中主要植物病原菌分布状况这一属于土壤生物污染范畴的调查。在我国人口持续增加和可利用耕地面积不断减少的双重压力下，耕地土壤资源的利用强度不断加大，集约化种植面积不断增加，由土传病原微生物导致的作物土传病害正在快速蔓延，不仅对瓜果、蔬菜、中药材的可持续生产，而且也对大田作物如马铃薯、花生、大豆等的可持续生产提出了严峻挑战。但是，我国对土壤病原微生物的种类、数量、生长环境、传播途径等均不甚明了。因此，有必要在国家和政府层面对我国土传植物病原微生物进行普查。土传病原微生物的普查可以从试点开始，积累经验，分步推开。首先可从土传病原微生物危害最突出的设施蔬菜、受种植土壤资源限制的香蕉、中药材等特种植物开始，取得经验后，分步向大田作物推开。对于热点地区和敏感作物，则应定期普查，

摸清土传病原微生物数量、活动规律，提前预防，避免发生作物土传病害大面积爆发性事件，稳定农产品市场供应，减少农产品价格震荡。

实现土传病原微生物普查必须建立简易且可靠的作物土传病原微生物测定方法。选择性培养基和平板稀释涂布法是土壤病原菌数量的传统分析方法，该方法耗时耗力，且测量误差较大，可重复性低，不宜应用于大范围土壤病原菌分布调查。近年来分子生物学技术发展迅猛，许多新兴的检测手段已被广泛应用于科学研究和生产实践中。例如，荧光定量 PCR，由于具有灵敏度和重复性高、分析耗时短等特点被广泛应用于土壤病原菌数量分析[30]。此外还可设计主要病原菌的特异性探针并制成基因芯片，在短时间内同时检测多个土壤样品的多种病原菌数量。这些新技术的发展为土壤病原微生物分布调查提供了有效的技术手段。总之，开展作物土传病原微生物普查已不存在技术上的障碍。

3.2 测土施“药”

为了提高作物产量、降低农业成本、减少污染、保护农业生态环境和保证农业可持续发展，国内外科学工作者提倡“测土施肥”——根据土壤养分状况及供应能力确定施用肥料的种类和用量。测土施肥在经济发达国家已被广泛推广，执行多年。我国于 20 世纪末及 21 世纪初开展了大量的测土施肥工作[31]，为避免过量施肥、节约农业成本发挥了积极作用。同理，我们还可开展测土施“药”工作，实现精准化使用农药。

作物土传病害蔓延是我国农药使用量持续增加、生态环境风险和农产品农药残留风险增大的主要驱动因素。实现至 2020 年农药使用量零增长的目标，首先必须解决作物土传病害频发的问题。据笔者调查，现阶段农业生产者普遍采用化学杀菌剂防控作物土传病害。因为作物土传病害一旦发生，基本不可再治，所以，对于作物土传病害，生产者采取的是预防策略。许多生产者为安全起见，往往采用加大化学杀菌剂剂量和增加施药频度的方法，预防作物土传病害，施药频度有时甚至达到每三天一次。这不仅污染环境，威胁食品安全，还增加种植成本。另一方面，在我国也时常发生由于未采取足够的控制措施，作物大量发病，造成大面积作物减产甚至绝收的重大事件。在全国范围内开展测土施“药”工作是实现至 2020 年农药使用量零增长的有效措施。根据土壤中主要病原微生物密度并依照相应的参考指标，制定相应的防控措施，减少农药使用的盲目性，达到减少农药使用量的目的。根据土传病原菌分析结果，可分别采取不同措施。对于土传病原微生物密度在发病临界值以下的田块，无需使用农药等灭菌措施；对于土传病原微生物密度超过发病临界值的田块，则可根据土传病原微生物的种类和密度，选择适宜的农药和剂量进行化学杀菌，或采用生物防控、RSD 处理及其他一些环保、高效的防控措施，防止作物发生土传病害。

实施测土施“药”必须确定土传病原微生物诱发作物发病的密度临界值和采用合适的土传病原微生物测定方法。如前述，现有的分子生物学技术已经可以实现土传病原微生物的快速和精确测定。对于土传病原菌致病的密度临界值也已有大量的文献报道可供参考，稍加总结归纳，对于多数土传病原微生物可制定出可应用于指导生产实际的临界值。对于目前尚难确定的土传病原微生物密度临界值，则可组织力量，攻关研究，在尽可能短的时间内确定致病密度临界值。

虽然作物土传病原微生物种类较多，一种作物也可能有多种致病微生物，但由于土传病原微生物寄主的专一性，测土施“药”不同于土传病原微生物普查，无需测定所有种类的土传病原微生物，在了解田块种植历史和计划种植作物种类的基础上，只需测定计划种植作物的土传病原微生物密度即可。测土施“药”在科学和技术上的复杂程度并不比测土施肥高，而其精准度则可超过测土施肥。

3.3 深入研究作物土传病原微生物，大力普及科学种植知识

现代集约化种植在我国的发展历史并不长，对集

约化种植的生产规律和管理方式，很多还停留在传统种植方式的认知水平上；集约化种植者大多由传统的大田农业生产者转化而来，他们习惯于传统种植和农田管理方式。在传统种植中，水分和畜禽粪尿无需进行灭菌处理，而可直接循环利用，这种循环利用方式受到学术界的高度推崇。在集约化种植、基质培养和营养液培养中，如果再循环利用的水分、基质、养分未经灭菌处理，直接循环利用，则极易发生作物病害，是集约化种植之大忌。在传统种植中，作物秸秆可不处理直接还田或简单处理后还田。在集约化种植中，作物秸秆直接还田加速作物病害传播和连作障碍的发生。尤其在设施大棚生产中，由于大棚内温度、湿度与露地生产的巨大差异，作物的生长规律，养分需求规律，光合产物地上和地下部分的分配比率，病虫害发生规律等都有异于露地生产。因此，必须加大对集约化种植的作物生长规律、养分需求规律、病虫害发生规律等的基础研究，其中，集约化种植下，作物土传病原微生物生长繁殖与寄主作物和土壤拮抗微生物的关系及其发生联系的通道（物质），作物土传病原微生物和拮抗微生物生长的土壤环境条件等均是高效防控作物土传病害的科学基础。

集约化农业生产者，甚至相关领域的科技工作者，缺乏控制病原菌传播扩散知识的现象极为普遍，这是导致我国土传病害如此迅猛发展的重要原因之一。因此有必要针对集约化种植的农业生产者和相关领域的科技推广工作者开展一系列知识培训工作，以简明扼要的方式讲解土传病害成因、土传病原菌传播和扩散等相关知识，让其意识到防控病害的重要性，并在实际生产中采取相应的手段，防止病原菌的传播和扩散。

参考文献

1 Butler D. Fungus threatens top banana. Nature, 2013, 504(7479): 195-196.

2 Milmo C. Bananageddon: Millions face hunger as deadly fungus Panama disease decimates global banana crop. Independent, [2016-12-03]. http://www.independent.co.uk/news/world/politics/bananageddon-millions-face-hunger-as-deadly-fungus-decimates-global-banana-crop-9239464.html.

3 中央电视台科教频道. 绝望的香蕉. [2016-12-05]. http://tv.cntv.cn/video/C10355/860c998c32a3457495a3b6da6b7b4828.

4 林惠环. 香蕉枯萎病的识别及防控措施. 福建果树, 2010, (4): 58-60.

5 况昌勋. 枯萎病使海南多地香蕉面积锐减. 海南日报, [2016-12-06]. http://www.hinews.cn/news/system/2014/11/27/017147598.shtml.

6 陈志深. 云南香蕉：高效益吸引大资本. 南方农村报, [2016-12-06]. http://www.nfncb.cn/html/2015/farmnews_0305/100206.html.

7 李金泽. 洋桔梗标准化种植技术. 农村实用技术, 2015, (4): 42-43.

8 李天来, 杨丽娟. 作物连作障碍的克服——难解的问题. 中国农业科学, 2016, 49(5): 916-918.

9 李世东, 缪作清, 高卫东. 我国农林园艺作物土传病害发生和防治现状及对策分析. 中国生物防治学报, 2011, 27(4): 433-440.

10 徐学荣, 陈秀兰. 中国水稻主要病害发生率非线性特征的R/S分析. 农业系统科学与综合研究, 2011, 27(1): 72-77.

11 任彬元, 杨普云, 赵中华. 我国马铃薯病虫害防治现状与前景展望. 中国植保导刊, 2015, 35(10): 27-31.

12 Daguerre Y, Siegel K, Edel-Hermann V, et al. Fungal proteins and genes associated with biocontrol mechanisms of soil-borne pathogens: a review. Fungal Biology Reviews, 2014, 28(4): 97-125.

13 Haas D, Defago G. Biological control of soil-borne pathogens by *Fluorescent pseudomonads*. Nature Reviews Microbiology, 2005, 3(4): 307-319.

14 Besri M, Marcotte M, Pizano M, et al. United Nations Environment Programme (UNEP) 2010 Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. [2016-12-08]. http://

ozone.unep.org/zh-hans/node/4500.

15 农业部种植业管理司. 农业部关于印发《到2020年化肥使用量零增长行动方案》和《到2020年农药使用量零增长行动方案》的通知. [2016-12-08]. http://www.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/tz/201503/t20150318_4444765.htm.

16 Mowlick S, Inoue T, Takehara T, et al. Changes and recovery of soil bacterial communities influenced by biological soil disinfestation as compared with chloropicrin-treatment. AMB Express, 2013, 3: 46-58.

17 Santhanam R, Luu V T, Weinhold A, et al. Native root-associated bacteria rescue a plant from a sudden-wilt disease that emerged during continuous cropping. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America , 2015, 112(36): 5013-5020.

18 Huang X, Chen L, Ran W, et al. Trichoderma harzianum strain SQR-T37 and its bio-organic fertilizer could control Rhizoctonia solani damping-off disease in cucumber seedlings mainly by the mycoparasitism. Applied Microbiology and Biotechnology, 2011, 91(3): 741-755.

19 Butler D M, Kokalis-Burelle N, Muramoto J, et al. Impact of anaerobic soil disinfestation combined with soil solarization on plant–parasitic nematodes and introduced inoculum of soilborne plant pathogens in raised-bed vegetable production. Crop Protection, 2012, 39: 33-40.

20 Messiha N A S, Diepeningen A D, Wenneker M, et al. Biological Soil Disinfestation (BSD), a new control method for potato brown rot, caused by Ralstonia solanacearum race 3 biovar 2. European Journal of Plant Pathology, 2007, 117(4): 403-415.

21 Huang X, Wen T, Zhang J, et al. Toxic organic acids produced in biological soil disinfestation mainly caused the suppression of Fusarium oxysporum f. sp. cubense. BioControl, 2015, 60(1): 113-124.

22 Momma N, Kobara Y, Momma M. Fe^{2+} and Mn^{2+}, potential agents to induce suppression of Fusarium oxysporum for biological soil disinfestation. Journal of General Plant Pathology, 2011, 77(6): 331-335.

23 黄新琦, 温腾, 孟磊, 等. 土壤强还原过程产生的有机酸对土传病原菌的抑制作用. 植物保护, 2015, 41(6): 38-43.

24 Huang X, Liu L, Wen T, et al. Illumina MiSeq investigations on the changes of microbial community in the Fusarium oxysporum f.sp. cubense infected soil during and after reductive soil disinfestation. Microbiol Research, 2015, 181: 33-42.

25 Rosskopf E N, Serrano-Pérez P, Hong J, et al. Anaerobic Soil Disinfestation and Soilborne Pest Management//MEGHVANSI M K, VARMA A. Organic amendments and soil suppressiveness in plant disease management. Switzerland: Springer International Publishing, 2015: 277-305.

26 Momma N, Kobara Y, Uematsu S, et al. Development of biological soil disinfestations in Japan. Applied Microbiology and Biotechnology, 2013, 97(9): 3801-3809.

27 Huang X Q, Wen T, Zhang J B, et al. Control of soil-borne pathogen *Fusarium oxysporum* by biological soil disinfestation with incorporation of various organic matters. European Journal of Plant Pathology, 2015, 143: 223-235.

28 Huang X, Liu L, Wen T, et al. Changes in the soil microbial community after reductive soil disinfestation and cucumber seedling cultivation. Applied Microbiology and Biotechnology, 2016, 100(12): 5581-5593.

29 张维理, 徐爱国, 张认连, 等. 土壤分类研究回顾与中国土壤分类系统的修编. 中国农业科学, 2014, 47(16): 3214-3230.

30 Lievens B, Brouwer M, Vanachter A C R C, et al. Quantitative assessment of phytopathogenic fungi in various substrates using a DNA macroarray. Environmental Microbiology, 2005, 7(11): 1698-1710.

31 高祥照. 我国测土配方施肥进展情况与发展方向. 中国农业资源与区划, 2008, 29(1): 7-10.

Soil Microbes and Control of Soil-borne Diseases

Huang Xinqi[1,2,3]　Cai Zucong[1,2,3]

（1 School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China;

2 Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China;

3 Jiangsu Provincial Key Laboratory of Materials Cycling and Pollution Control, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China）

Abstract　With the agricultural modernization, intensive cultivations, which are characterized with high input of chemicals such as fertilizers and pesticides and high yields, mono-crop species consecutive culture, and large multiple cropping index, have become main patterns of crop production in China. Due to knowledge shortage on the propagation of soil-borne pathogens, soil-borne diseases of crops are spreading very rapidly among the intensive agricultural systems. The issue is now seriously challenging to the sustainable development, food safety and environmental protection in China. For effectively suppressing the spread of soil-borne diseases and realizing the target of "zero-increasing of pesticides consumption by 2020", we propose to take a survey with censuses on soil-borne pathogens overall the country, apply pesticides on the population density of soil-borne pathogens, strengthen the research on soil-borne pathogens and diseases, and disseminate the knowledge on propagation of soil-borne pathogens and crop management.

Keywords　intensive agriculture, soil microbes, soil-borne pathogens, sustainable development, pesticides application

黄新琦　南京师范大学地理科学学院副教授、硕士生导师。1986年生，2008年毕业于南京农业大学国家生命科学与技术人才培养基地，2012年获得南京农业大学植物营养学博士学位，同年进入南京师范大学地理科学学院工作，任职讲师、副教授。主要从事植物土传病害生物防控相关研究。E-mail: xqhuang@njnu.edu.cn

Huang Xinqi　Associate professor in the School of Geography Science, Nanjing Normal University. He received B.S. and Ph.D. degree from Nanjing Agricultural University, China in 2008 and 2012 respectively. Since 2012, he has been working with School of Geography Science, Nanjing Normal University, as a lecturer and associate professor. He mainly works on the biological control of plant soil-borne disease.
E-mail：xqhuang@njnu.edu.cn

蔡祖聪　男，南京师范大学教授，博导，"杰青"。1958年11月出生，浙江余姚人，博士。曾任《土壤学报》主编（2003—2011），《农业环境科学学报》主编，*Plant and Soil*等国际期刊栏目编委。长期从事土壤碳氮循环与温室气体排放研究，近年来关注作物连作障碍防控，研发出强还原土壤处理消除作物连作障碍方法。
E-mail: zccai@njnu.edu.cn

Cai Zucong　Male, professor in soil science in the School of Geography Sciences, Nanjing Normal University. Prof. Cai got his Ph.D. degree from the Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, in 1988. He is the author of more than 400 publications, one of most cited authors in China, and the editor in chief of *Journal of Agro-environmental Science*. His research focuses on the transformations of carbon and nitrogen in soil and greenhouse gas emissions. Recently he has developed the reductive soil disinfestation to overcome the problem of consecutive monoculture of crops. E-mail: zccai@njnu.edu.cn